

#5

**BOARD OF INDUSTRY, TRADE AND HANDICRAFT
GENERAL MANAGEMENT OF INDUSTRIAL PRODUCTION
ITALIAN PATENT AND TRADEMARK OFFICE**



Authentication of copy of documents relating to patent application for Industrial Invention

N. MI2000 A 001918

We declare that the attached copy is a true copy of the original documents
filed with the above mentioned patent application, the data of which
appear from the attached filing form

Rome, FEBRUARY 1, 2001

Seal stamp

DIVISION DIRECTOR

Dr. Marcus Giorgio Conte
(signature)

TO THE BOARD OF INDUSTRY, TRADE AND HANDICRAFT
ITALIAN PATENT AND TRADEMARK OFFICE - ROME

MODEL A

APPLICATION FOR INDUSTRIAL INVENTION PATENT, RESERVE FILING, ADVANCED ACCESSIBILITY BY THE PUBLIC

A. **APPLICANT (S)** N.G.
1) DENOMINATION ALCATEL
RESIDENCE PARIS - (FRANCE) code

B. **REPRESENTATIVE OF THE APPLICANT BY I.P.T.O.**
surname name BORSANO CORRADO fiscal code
name of the office ALCATEL ITALIA S.p.A. -- Patent Office
street Trento n. 30 town VIMERCATE post code 20059 prov. MI

C. **DOMICILE OF CHOICE addressee:** at the Representative's Office
street n. town post code prov.

D. **TITLE** proposed class (sec./cl./subcl) group / subgroup
"Method of managing time-slot interchange in transoceanic MS-SPRING networks"

ACCESSIBILITY IN ADVANCE FOR THE PUBLIC: YES NO (X) IF PETITION: DATE RECORD NO.:

E. **DESIGNATED INVENTORS** surname name surname name
1) SESTITO VINCENZO 3) LICATA GIUSEPPA
2) MAZZINI ANDREA 4)

F. **PRIORITY** annexe
nation or organization priority type application number filing date S/R

RESERVE DISSOLUTION
Date Protocol no.

G. **CENTER DEPUTED TO THE CULTURE OF MICRO-ORGANISM,** denomination

H. **SPECIAL NOTES**

ATTACHED DOCUMENTATION
NO. of ex.

Doc. 1)	2	PROV. no. pag.	[25]	abstract with main drawing, description and claims (compulsory 1 exemplar)
Doc. 2)	2	PROV. no. draw	[10]	drawing (compulsory if mentioned in the description, 1 exemplar)
Doc. 3)	1	RIS		power of attorney, general power or reference to general power
Doc. 4)		RIS		inventor designation
Doc. 5)		RIS		priority document with italian translation
Doc. 6)		RIS		authorization or deed of assignment
Doc. 7)				complete name of applicant

RESERVE DISSOLUTION
Date Protocol no.

compare single priorities

8) payment receipt, total liras FIVE HUNDRED SIXTYFIVE THOUSAND compulsory

TYPED ON 29/08/2000 SIGNATURE OF APPLICANT (S) Eng. CORRADO BORSANO
TO BE CONTINUED YES / NO NO c/o ALCATEL ITALIA S.p.A.
CERTIFIED COPY OF THE PRESENT CERTIFICATE IS REQUESTED YES / NO YES (signature)

PROVINCIAL OFFICE OF IND. COMM. HAND. OF MILAN code 15

FILING REPORT APPLICATION NUMBER MI2000A 001918 Reg.A

In the year ~~nineteen hundred~~ TWO THOUSAND on day TWENTY-NINE of the month of AUGUST

The above mentioned applicant (s) has (have) submitted to me the present application formed by no. 00 additional sheets for the grant of the aforesaid patent

I. **VARIOUS NOTES OF DRAWING UP OFFICER**

FILING PARTY
SIGNATURE

Office
seal

DRAWING UP OFFICER
CORTONESI MAURIZIO
signature



MINISTERO DELL'INDUSTRIA, DEL COMMERCIO E DELL'ARTIGIANATO

DIREZIONE GENERALE DELLA PRODUZIONE INDUSTRIALE
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI



11050 U.S. PRO
09/918505
08/01/01

Autenticazione di copia di documenti relativi alla domanda di brevetto per Invenzione Industriale

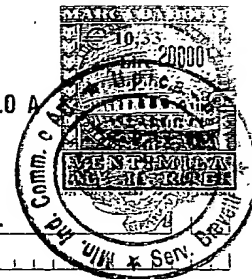
N. MI2000.A.001918

*Si dichiara che l'unita copia è conforme ai documenti originali
depositati con la domanda di brevetto sopraspecificata, i cui dati
risultano dall'accluso processo verbale di deposito*

**CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT**

ma, il 1 FEB. 2001

IL DIRETTORE DELLA DIVISIONE
D. Marcus Giorgio Conte



M. CORTONEST

"Metodo per gestire il cambio di allocazione dei time-slot in reti ad anello MS-SPRING di tipo transoceanico".

Viene descritto un metodo per gestire il cambio di allocazione dei time-slot in reti ad anello MS-SPRING di tipo transoceanico. Il metodo, nel caso di guasto ring ad una singola span del path installato in un anello MS-SPRING di tipo transoceanico con meccanismo Time Slot Interchange (TSI), comprende la fase di eseguire un'azione di Switch di anello da parte del meccanismo MS-SP, ed è caratterizzato dal fatto di comprendere la fase di reinstradare il path sul time-slot dei canali a bassa priorità (LP) corrispondente al time-slot dei canali ad alta priorità (HP) della span affetta da guasto. Il metodo secondo l'invenzione prevede inoltre la gestione dei casi di doppio guasto o di guasto plurimo con isolamento di uno o più nodi.

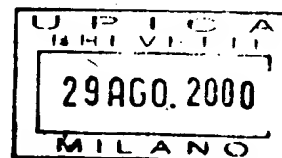
DESCRIZIONE

La presente invenzione riguarda un metodo per gestire cambi di allocazione di time-slot in reti ad anello protette mediante un meccanismo di protezione MS-SPRING di tipo transoceanico.

Nelle reti ad anello SDH MS-SP Ring (Multiplex Section-Shared Protection Ring) è implementato un meccanismo di protezione distribuito che permette il ripristino automatico del traffico in presenza di difetti o guasti nelle fibre di connessione. In altre parole, le reti MS-SP Ring effettuano il ripristino automatico del traffico tramite un reinstradamento sincronizzato di detto traffico, attuabile ad ogni nodo dell'anello. Questa operazione è controllata da un protocollo consistente in messaggi, che vengono continuamente scambiati fra nodi adiacenti. Detto protocollo e le operazioni che esso comporta sono definite da molti standard internazionali, emanati dall'ANSI, dall'ITU-T e dall'ETSI, e sono caratterizzati da un certo insieme di regole e messaggi. Si veda, ad esempio, la Raccomandazione ITU-T G. 841".

MI 2000 A 001918

La protezione in un anello di rete MS-SP Ring è implementata secondo una tecnica detta di "Bridge and Switch" che consiste sostanzialmente nel reinstallare il traffico, tramite un'opportuna modifica delle connessioni interne degli elementi di rete, passandolo dalla capacità di lavoro alla capacità di protezione. La protezione in una rete ad anello MS-SPRING è un meccanismo di protezione orientato alla sezione di moltiplicazione, cioè gli eventi che definiscono il recupero del traffico e la gerarchia che regola quegli eventi vengono dati a livello della sezione di moltiplicazione. Negli anelli MS-SP RING di tipo "classico" (o terrestre) in caso di guasto l'intera capacità di linea ad alta priorità viene reinstradata utilizzando la corrispondente capacità di linea a bassa priorità; negli anelli MS-SP RING di tipo transoceanico, invece, vengono reinstradati selettivamente solo i path affetti da guasto.



È altresì noto che le reti ad anello prevedono un meccanismo denominato "Time-Slot Interchange", brevemente TSI. TSI significa ad esempio che quando si configura un traffico in una data rete ad anello si permette a tale traffico, che è trasportato nell'STM-n associato, e quindi nell'AU-4 contenuto nell'STM-n, di transitare attraverso un elemento di rete occupando numeri di AU-4 diversi in ingresso ed in uscita. Si consideri ad esempio una capacità massima di un anello a quattro fibre costituita da sedici AU-4. Il meccanismo di TSI consente di entrare in un elemento di rete (di puro transito e ove non avvenga terminazione) con AU-4#X dal suo lato West (W) e di uscire dal suo lato East (E) con un AU-4#Y, con $X \neq Y = 1, 2, \dots, 16$. Il vantaggio è una maggiore flessibilità nell'allocazione del traffico ed uno sfruttamento di banda molto efficiente.

Attualmente, non è noto di praticare TSI in reti ad anello protette da un meccanismo di protezione tipo MS-SPRING. In particolare non è noto di effettuare cambi di allocazione in reti ad anello transoceaniche tipo MS-SPRING.

È pertanto lo scopo principale della presente invenzione indicare un metodo per consentire di effettuare cambi di allocazione in anelli transoceanici protetti da un meccanismo tipo MS-SPRING. Questo scopo, oltre ad altri, viene ottenuto mediante un metodo avente le caratteristiche indicate nella rivendicazione indipendente 1 ed un elemento di rete secondo la rivendicazione 8. Le rispettive rivendicazioni dipendenti definiscono ulteriori caratteristiche vantaggiose dell'invenzione stessa. Tutte le rivendicazioni si intendono una parte integrante della presente descrizione.

L'idea alla base della presente invenzione consiste sostanzialmente nel proteggere il traffico ad alta priorità assegnando, in caso di guasto di tipo "ring", i time-slot dei canali a bassa priorità scelti in base alla effettiva localizzazione del guasto e all'istante in cui tale guasto si è verificato, rispetto ad altri guasti eventualmente già presenti.



L'invenzione risulterà certamente chiara alla luce della descrizione dettagliata che segue, data a puro titolo esemplificativo e non limitativo, in cui:

- Fig. 1 mostra una rete ad anello con una pluralità di nodi, due path installati ed alcuni cambi di allocazione in una situazione stabile senza guasti;
- Fig. 2 mostra la stessa rete ad anello di Fig. 1 subito dopo che si è verificato un guasto di tipo ring;
- Fig. 3 mostra la rete ad anello di Fig. 2 in una situazione stabile con un guasto di tipo ring;
- Figure 4 mostrano le segnalazioni ricevute/generate dai singoli nodi e le relative azioni intraprese nel caso di doppio guasto contemporaneo;
- Figure 5 mostrano le segnalazioni ricevute/generate dai singoli nodi e le relative azioni intraprese nel caso di doppio guasto quasi contemporaneo;
- Figure 6 mostrano le segnalazioni ricevute/generate dai singoli nodi e le relative azioni intraprese nel caso di doppio guasto in tempi diversi (primo sottoscenario);
- Figure 7 mostrano le segnalazioni ricevute/generate dai singoli nodi e le relative azioni intraprese nel caso di doppio guasto in tempi diversi (secondo sottoscenario);
- Figure 8 mostrano le segnalazioni ricevute/generate dai singoli nodi e le relative azioni intraprese nel caso di rimozione di un primo guasto; e
- Figure 9 mostrano le segnalazioni ricevute/generate dai singoli nodi e le relative azioni intraprese nel caso di rimozione di un secondo guasto.

Nelle varie figure è stato sempre raffigurato un anello transoceanico per telecomunicazioni a quattro fibre. Le due fibre di lavoro (altrimenti dette "canali ad alta priorità" o "canali HP") sono state indicate con frecce dal contorno continuo mentre le fibre di protezione (altrimenti dette "canali a bassa priorità" o "canali LP") sono state indicate

CB

con frecce con contorno tratteggiato. Naturalmente, la presente invenzione si applica sia al caso illustrato di traffico bidirezionale che al caso di traffico monodirezionale.

Inoltre, la presente invenzione si applica anche in anelli nei quali il traffico sottoposto a TSI, sia configurato con "concatenazione di canale (AU4)".

L'anello illustrato per descrivere l'invenzione comprende dieci elementi di rete o nodi, indicati con rettangoli e numerati con rispettivi numeri (da 1 a 10). Di ogni nodo sono indicati i lati West (W) e East (E). Con "span" nel seguito di questa descrizione si indicherà un tratto tra due nodi, ad esempio quello tra i nodi 1 e 2 o quello tra i nodi 7 e 8.

Nell'anello sono raffigurati, a titolo di esempio non limitativo, installati due path, "path (a)" e "path (b)". Il primo path (path a) è stato raffigurato con una linea continua marcata mentre il secondo path (path b) è stato raffigurato con una linea marcata punteggiata. Il path (a) viene inserito nel nodo 2 e viene estratto nel nodo 8. Il path (b) viene inserito nel nodo 4 e viene estratto nel nodo 9.

Si è infine anche cercato di indicare chiaramente (con numeri preceduti dal simbolo "#") i vari time-slot in cui i vari path sono allocati, span per span. Così si è anche voluto indicare se in un nodo avviene un Time-Slot Interchange (TSI) o se quel nodo fa transitare quel path senza cambiare l'AU-4 su cui è allocato.



La presente invenzione prevede i criteri generali esposti nel seguito:

- I) singolo guasto: una volta che avviene un guasto di tipo ring in una data span, viene eseguita un'azione di "Switch di anello" da parte del meccanismo MS-SP. Questa attività definisce la serie di path reinstradabili, cioè tutti i path la cui "nominal route" include la span affetta da guasto. Secondo la presente invenzione, ciascuno di questi path viene reinstradato sul time-slot dei canali a bassa priorità (LP) corrispondente al time-slot dei canali ad alta priorità (HP) della span affetta da guasto. Non vi è il rischio di

nessun conflitto dal momento che il criterio di assegnazione dei time-slot LP è uguale per tutti i path affetti da guasto.

II) doppio guasto: se si verifica un guasto in corrispondenza di un'altra span e il path può ancora essere salvato, allora

II.I) i) l'attuale reinstradamento viene rilasciato; ii) tra le due span affette da guasto ne viene scelta una in base ad un certo criterio; e iii) il path viene reinstradato sul time-slot dei canali a bassa priorità (LP) corrispondente al time-slot dei canali ad alta priorità (HP) della span affetta da guasto che è stata scelta. Nel caso in cui si verificano guasti multipli (più di due), la scelta della span da considerare per la protezione del path TSI, va fatta scegliendo, in base al criterio di cui sopra, tra le span adiacenti ai nodi switching in grado di comunicare con i nodi di terminazione del path da proteggere. Non vi è il rischio di nessun conflitto dal momento che il criterio di assegnazione dei time-slot LP è uguale per tutti i path affetti da guasto. In questo modo le misconessioni nei transitori sono evitate.

II.II) l'attuale reinstradamento non viene rilasciato quando la persistenza dell'informazione di reinstradamento è supportata dagli elementi di rete dell'anello.

Le procedure implementate da ciascun nodo dell'anello (in aggiunta alle procedure che sono già previste dal meccanismo MS-SP) verranno indicate sotto:

A. Se in corrispondenza di entrambi i lati W ed E del nodo vengono rilevate due Richieste di Bridge con codice di stato "Idle" relativo alla medesima span (guasto singolo), allora ciascun path comprendente la span in questione viene reinstradato sul time-slot LP uguale al time-slot HP della (sola) span affetta da guasto. In altre parole, se il nodo in questione è un nodo di terminazione di path (nodo in cui il path da reinstradare viene inserito o estratto), viene eseguita l'azione di Bridge & Switch utilizzando il time-slot LP uguale al time-slot HP della span affetta da guasto.



A1. Se in corrispondenza del lato W o E del nodo viene rilevata almeno una Richiesta di Bridge con codice di stato "Idle", viene eseguito, se necessario, un pass-through utilizzando lo stesso time-slot LP (time-slot LP uguale al time-slot HP della span affetta da guasto).

B. Se in corrispondenza di entrambi i lati W ed E del nodo vengono rilevate Richieste di Bridge con codice di stato "Bridged & Switched" relative a span diverse (guasto plurimo), allora ciascun path comprendente le span in questione viene reinstradato sul time-slot LP uguale al time-slot HP della span affetta da guasto che è stata prescelta in base ad un fissato criterio. Il criterio per scegliere una tra le span guaste potrebbe ad esempio essere uno dei seguenti:

- a) viene scelta la span guasta adiacente al nodo switching con identificativo di nodo più alto (o più basso);
- b) viene scelta la span guasta adiacente al nodo switching che viene per primo (o per ultimo) nella mappa dell'anello; o
- c) viene scelta la span guasta adiacente al nodo switching che è "più a Ovest" o "più a East" nell'anello.

Come per il caso A. di cui sopra, se il nodo in questione è un nodo di terminazione di path (nodo in cui il path da reinstradare viene inserito o estratto), viene eseguita l'azione di Bridge & Switch utilizzando il time-slot LP uguale al time-slot HP della prescelta span affetta da guasto.

B1. Se in corrispondenza del lato W o E del nodo viene rilevata almeno una Richiesta di Bridge con codice di stato "Bridged & Switched", viene eseguito, se necessario, un pass-through utilizzando lo stesso time-slot LP di cui sopra.

C. In una realizzazione ottimizzata, laddove sia già in atto un reinstradamento del path dovuto a singolo guasto, se in corrispondenza dei lati W ed E del nodo vengono



rilevate Richieste di Bridge con codice di stato diverso ("Idle" o "Bridged & Switched") che riportino l'indicazione di un secondo guasto, localizzato quindi in una diversa span, allora, per ciascun path che è già stato reinstradato, si valuta se le nuove richieste rappresentano uno stato di guasto che richiede di rilasciare o no l'attuale reinstradamento. Non è necessario rilasciare l'attuale reinstradamento di un singolo path nei seguenti casi: i) quando viene rilevato un guasto in aggiunta al guasto (ai guasti) già esistente/i (e tale/i nuovo/i guasto/i non determina/no la condizione di "isolamento" di alcuno dei nodi di terminazione del path già protetto); o ii) quando il guasto alla span avvenuto per ultimo è stato rimosso.

Si comprende come la persistenza della condizione di reinstradamento del path si strettamente legata alla coesistenza dei suindicati trigger su entrambi i lati dei nodi. Questo comportamento assicura il corretto reinstradamento dei path affetti da guasti cioè impedisce che si creino misconnessioni durante gli stati transitori del meccanismo di protezione d'anello.

Si noti che tutto quanto sopra è applicabile al caso di path bidirezionale ed unidirezionale che non utilizzi la route inversa. Chiaramente, se due path unidirezionali vengono allocati sullo stesso time-slot (in opposte direzioni), allora lo stesso time-slot LP può essere assegnato ad entrambi i path.

Fig. 1 mostra un anello transoceanico protetto da guasti tipo MS-SPRING secondo l'invenzione in alcuni nodi del quale si verifica Time-Slot Interchange (TSI). Due sono i path installati: (a) e (b). Il path (a) entra nell'anello in corrispondenza del nodo 2 e viene allocato sull'AU-4#1; nella span 2-3 l'allocazione è quindi AU-4#1; nel nodo 3 non viene cambiata l'allocazione (che rimane quindi AU-4#1); nel nodo 4 viene cambiata l'allocazione da AU-4#1 a AU-4#3; nella span 4-5 l'allocazione è quindi AU-4#3; nel nodo 5 non viene cambiata l'allocazione (che rimane quindi AU-4#3); nella span 5-6

l'allocazione è quindi AU-4#3; nel nodo 6 viene cambiata l'allocazione da AU-4#3 a AU-4#7; nella span 6-7 l'allocazione è quindi AU-4#7; nel nodo 7 l'allocazione cambia nuovamente da AU-4#7 a AU-4#6; nella span 7-8 l'allocazione è quindi AU-4#6; il path (a) viene estratto nel nodo 8. Per il path (b): entra nel nodo 4 e viene allocato sull'AU-4#1; questa allocazione viene mantenuta fino al nodo 6 dove passa da AU-4#1 a AU-4#6; viene cambiata nuovamente nel nodo 7 (passando da AU-4#6 a AU-4#7) e nel nodo 8 (passando da AU-4#7 a AU-4#6). Il path (b) viene quindi estratto nel nodo 9.

In caso di guasto di tipo ring (cioè un guasto che renda inutilizzabili sia i canali ad alta priorità (HP) che i canali a bassa priorità (LP)), la presente invenzione prevede un metodo per sopperire a tale guasto nonostante la presenza di cambi di allocazioni nell'anello. Ci si riferisca, per il caso di singolo guasto ring, alle Fig. 2 e 3 dove è stato simulato un guasto ring nella span 6-7.



Come è noto, la gestione dei guasti nelle reti per telecomunicazioni di tipo sincrono (SDH o SONET) avviene, per certi tipi di protezione tra cui l'IMS-SPRING, attraverso i byte K1 e K2 della parte di intestazione della trama. Dal momento che la presente invenzione non riguarda specificamente tali byte K1 e K2, non si darà una loro descrizione più precisa, rimandando eventualmente il lettore alle pertinenti Raccomandazioni, ad esempio la Raccomandazione ITU-T G.841, incorporata qui come riferimento.

In caso di guasto, i nodi adiacenti al guasto (6 e 7) invieranno, come di consueto, opportune segnalazioni di guasto nella direzione opposta al guasto. La struttura della richiesta (segnalazione APS) è la seguente: Richiesta di Bridge, Nodo di Destinazione, Nodo Sorgente, Tipo di Path, Stato della Protezione. Nel caso specifico, il nodo 6 invierà una segnalazione del tipo SF,7,6,L,ID (Signal Fail, Nodo di Destinazione:7, Nodo Sorgente:6, Path: Lungo, Stato della Protezione: Idle) per indicare che si è verificato un guasto ring nella span 6-7 e che nessuna azione è stata per il momento intrapresa. Ana-

CB

logamente farà il nodo 7 inviando una segnalazione tipo SF,6,7,L,ID dal suo lato East (E).

Tali segnalazioni percorreranno l'anello in direzioni opposte e verranno ricevute dai nodi (2, 8; 4, 9) di terminazione dei path (a) e (b) che eseguiranno il richiesto Bridge & Switch (BR&SW) utilizzando i canali LP. Secondo la presente invenzione, la protezione di anello (BR&SW e pass-through), nel caso di singolo guasto di tipo ring, viene effettuata squelciando le terminazioni del traffico LP allocato sugli AU-4 corrispondenti alla span affetta da guasto e allocando il traffico HP su tali AU-4. Con riferimento a Fig. 3, dal momento che nella span 6-7 il path (a) era allocato sull'AU-4#7 HP e il path (b) era allocato sull'AU-4#6 HP, per il primo path verrà utilizzata l'allocazione AU-4#7 (dei canali LP) e per il secondo path verrà utilizzata l'allocazione AU-4#6 (dei canali LP).

Laddove fosse configurato TSI anche su traffico a bassa priorità, la protezione di traffico ad alta priorità che richieda l'uso di uno dei canali LP utilizzati nel TSI a bassa priorità, comporterebbe comunque l'azione di squelching su entrambe le terminazioni del traffico bassa priorità.

Una volta che un nodo adiacente al guasto ha ricevuto la segnalazione inviata dal suo omologo lato opposto, con valore "Idle", relativamente allo stato della protezione, il nodo stesso invierà una segnalazione modificata (con Stato della Protezione = Bridged & Switched, BS). In altre parole, il nodo 6 invierà dal suo lato West SF,7,6,L,BS mentre il nodo 7 invierà dal suo lato East SF,6,7,L,BS. In seguito al ripristino della piena funzionalità dell'anello (rimozione del guasto), il BR&SW verrà tolto e verranno eliminate le segnalazioni di guasto (SF,7,6,L,BS e SF,6,7,L,BS).

La presente invenzione, in aggiunta al caso di singolo guasto illustrato sopra, prevede un metodo di protezione del traffico applicabile a guasti plurimi che portino all'isolamento di uno o più nodi in cui è configurato il TSI del/i path installato/i. In questo



contesto vengono considerati e descritti separatamente tre scenari di guasto: nel primo scenario i guasti avvengono contemporaneamente, nel secondo scenario i guasti avvengono quasi contemporaneamente mentre nel terzo scenario i guasti avvengono in tempi diversi.

Con riferimento inizialmente alle Figure 4, si consideri il caso in cui due guasti (SF1 e SF2) avvengano esattamente nello stesso istante. Per semplicità, i path (a) e (b) prima che si verifichino i guasti, sono allocati analogamente a quanto descritto per la Fig. 1 e pertanto non si ripeterà la descrizione delle allocazioni. In seguito al verificarsi del primo guasto (SF1) nella span 6-7, il nodo 6 (Fig. 4.1) invierà dal lato West una segnalazione di guasto (SF,7,6,L,ID) mentre, a seguito del secondo guasto (SF2) nella span 7-8, il nodo 8 invierà dal lato East una segnalazione di guasto (SF,7,8,L,ID) contemporanea (Fig. 4.2).

Nel momento in cui ciascuna delle due segnalazioni con codice "Idle" generate dai nodi "switching" viene ricevuta dai nodi di terminazione dei path da proteggere, avviene lo squelching della terminazione locale (laddove sia presente) del canale LP corrispondente al canale HP allocato nella span guasta a cui si riferisce la segnalazione, mentre nei nodi chiamati a realizzare il pass-through dei canali LP, avviene lo squelching della terminazione locale (laddove sia presente) del canale LP corrispondente al canale HP allocato nella span guasta a cui si riferisce la segnalazione e la successiva connessione in pass-through. Le azioni appena descritte (squelching e squelching + pass-through) vengono rimosse sia dai nodi di terminazione dei path, sia dai nodi di pass-through, non appena tali nodi ricevono la seconda delle segnalazioni generate dai nodi "switching".

Quando (Fig. 4.3) la segnalazione (SF,7,6,L,ID) contenente il codice "Idle" di SF1 raggiunge il nodo 8, il nodo 8 (Fig. 4.4) invierà una segnalazione contenente codice

CB

di stato BR&SW (BS) del tipo SF,7,8,L,BS. Analogamente avverrà per il nodo 6 (Fig. 4.5): non appena riceve la segnalazione (SF,7,8,L,ID) contenente il codice "Idle" di SF2, invierà una segnalazione contenente codice di stato BR&SW (BS) del tipo SF,7,6,L,BS.

Nel momento in cui una delle due segnalazioni con codice BS generate dai nodi switching viene ricevuta dai nodi di terminazione dei path HP da proteggere, avviene lo squelching della terminazione locale (laddove sia presente) del canale LP da utilizzare per la protezione, scelto secondo uno dei criteri sopra descritti, mentre nei nodi chiamati a realizzare il pass-through dei canali LP, avviene lo squelching della terminazione locale (laddove sia presente) dello stesso canale LP e la successiva connessione in pass-through.

L'azione di "Bridge & Switch" sul canale LP scelto con lo stesso criterio di cui sopra, viene attuata da ogni nodo di terminazione dei path HP da proteggere, non appena entrambe le segnalazioni con codice BS (SF,7,6,L,BS e SF,7,8,L,BS) vengono rilevate ai due lati del nodo stesso.

Si è raggiunto, così, uno stato stabile dell'anello protetto.

Con riferimento inizialmente alle varie Figure 5, si consideri il caso in cui due guasti (SF1 e SF2) avvengano quasi nello stesso istante (o comunque il guasto SF2 avvenga prima che si sia stabilizzata la situazione a seguito di SF1). Per semplicità, i path (a) e (b) prima che si verifichino i guasti, sono allocati analogamente a quanto descritto per la Fig. 1 e pertanto non si ripeterà la descrizione delle allocazioni. In seguito al verificarsi del primo guasto (SF1) nella span 6-7, il nodo 6 invierà dal lato West una segnalazione di guasto (SF,7,6,L,ID) e, analogamente, invierà un'altra segnalazione di guasto dal lato East (SF,6,7,L,ID). Vedi Figure 5.1 e 5.2.

Si supponga (Fig. 5.3) che la segnalazione di guasto dal lato East (SF,6,7,L,ID) riesca a raggiungere il nodo 8 prima che si verifichi il secondo guasto (SF2) nella span

CB

7-8 rendendo il nodo 7 isolato. A seguito del secondo guasto (SF2), il nodo 8 (nodo adiacente al guasto) invierà una corrispondente segnalazione di guasto (SF,7,8,L,ID) dal suo lato East. Ad ogni modo, la segnalazione del secondo guasto seguirà quella del primo guasto (Fig. 5.4).

Non appena le segnalazioni (SF,6,7,L,ID, SF,7,6,L,ID) contenenti il codice "Idle" del primo guasto raggiungono il nodo 2 (Fig. 5.5) di terminazione del path (a), questo nodo effettuerà l'azione di BR&SW utilizzando l'AU-4 LP corrispondente alla span affetta dal primo guasto (nel caso specifico, AU-4#7 LP). Tuttavia, non appena anche la nuova segnalazione (SF,7,8,L,ID) relativa al secondo guasto (SF2) raggiunge il nodo 2, l'azione di BR&SW, appena realizzata, viene rimossa (Fig. 5.6).

Analogamente (Fig. 5.7), non appena le segnalazioni (SF,6,7,L,ID, SF,7,6,L,ID) contenenti il codice "Idle" del primo guasto raggiungono il nodo 4 di terminazione del path (b), questo nodo effettuerà l'azione di BR&SW utilizzando l'AU-4 LP corrispondente alla span affetta dal primo guasto (nel caso specifico, AU-4#6 LP). Tuttavia, non appena anche la nuova segnalazione (SF,7,8,L,ID) relativa al secondo guasto (SF2) raggiunge il nodo 4, l'azione di BR&SW, appena realizzata, viene rimossa (Fig. 5.8).

Ovviamente, azioni antecedenti i BR&SW temporanei appena descritti sono lo squelching della terminazione locale (laddove sia presente) del canale LP associato alla span 6-7 sia sui nodi di terminazione dei path da proteggere, sia sui nodi chiamati a realizzare il pass-through, nonché la connessione di pass-through dello stesso canale LP: per l'attuazione di tali azioni è sufficiente, al nodo interessato, la ricezione di almeno una delle due segnalazioni con codice "Idle" generate dai nodi switching.

Nello stesso tempo, quando la segnalazione (SF,7,6,L,ID) contenente il codice "Idle" del primo guasto raggiunge il nodo 8, il nodo 8 invierà una segnalazione contenente codice di stato BR&SW (BS) del tipo SF,7,8,L,BS (Fig. 5.9). Analogamente av-



yerrà per il nodo 6: non appena riceve la segnalazione (SF,6,7,L,ID) contenente il codice "Idle" del primo guasto, invierà una segnalazione contenente codice di stato BR&SW (BS) del tipo SF,7,6,L,BS (Fig. 5.10).

A causa della presenza della nuova segnalazione (SF,7,8,L,ID) relativa al secondo guasto (SF2), il nodo 6 cambierà nuovamente la sua segnalazione da SF,7,6,L,BS a SF,7,6,L,ID (Fig. 5.11).

In questa fase sono presenti nell'anello sia la segnalazione trasmessa dal nodo 8 contenente codice di stato BR&SW (BS), sia le due segnalazioni consecutive trasmesse dal nodo 6 contenenti rispettivamente codice di stato BR&SW (BS) ed "Idle". Le segnalazioni contenenti codice di stato BS producono, nei nodi che le rilevano, lo squelching della terminazione locale (laddove sia presente) del canale LP scelto per la protezione secondo uno dei criteri sopra indicati (ad esempio il canale LP relativo all'allocazione usata nella span affetta dal primo guasto, AU-4#6), nonché il pass-through di tale canale LP nei nodi chiamati a svolgere tale funzione. È da osservare che delle due segnalazioni emesse consecutivamente dal nodo 6, quella contenente codice "Idle" non rimuove le azioni di squelching e pass-through attivate dalla precedente segnalazione (con codice BS), in quanto entrambe si riferiscono alla stessa span guasta: SF,7,6,L,BS e SF,7,6,L,ID.

Il nodo 9 (Fig. 5.12), ricevendo da entrambe i suoi lati W ed E una segnalazione con codice BS (SF,7,6,L,BS e SF,7,8,L,BS), realizzerà l'azione di BR&SW utilizzando l'allocazione LP relativa ad una delle span affette da guasto, ad esempio quella affetta dal primo guasto (AU-4#6). Il nodo 8, che riceve la segnalazione contenente il codice di BS (SF,7,6,L,BS) precedentemente inviatagli dal nodo 6, realizzerà l'azione di BR&SW (Fig. 5.13) utilizzando l'allocazione LP relativa ad una delle span affette da guasto, ad



esempio quella affetta dal primo guasto (AU-4#7). Alcuni dei possibili criteri di scelta sono stati indicati sopra.

Dal momento che la richiesta che raggiunge sia il nodo 9, sia il nodo 8, con codice Idle, è relativa alla span affetta da guasto già indicata nella precedente richiesta (SF,7,6,L,BS), viene mantenuta l'azione di BR&SW (Fig. 5.14).

Quando la richiesta relativa al secondo guasto (SF2) e contenente il codice BS raggiunge il nodo 6, la segnalazione APS viene aggiornata con il codice BS, cioè il nodo 6 invierà dal lato W la segnalazione SF7,6,L,BS (Fig. 5.15).

Il nodo 4, ricevendo segnalazioni con codice BS da entrambe i lati, realizzerà l'azione di BR&SW utilizzando l'allocazione LP relativa ad una delle span affette da guasto, ad esempio quella affetta dal primo guasto (AU-4#6).

Infine, il nodo 2, ricevendo da entrambe i suoi lati W ed E una segnalazione con codice BS (SF,7,6,L,BS e SF,7,8,L,BS), realizzerà l'azione di BR&SW (Fig. 5.16) utilizzando l'allocazione LP relativa ad una delle span affette da guasto, ad esempio quella affetta dal primo guasto (AU-4#7).

Si realizza in questo modo uno stato stabile nell'anello protetto.

Come anticipato sopra, lo scenario delle azioni intraprese dai vari nodi è diverso nel caso in cui i guasti non si verifichino contemporaneamente. A questo proposito si distinguono due diversi sottoscenari. Con riferimento alle Figure 1-3 e 6, le azioni e le conseguenze relative al primo sottoscenario verranno elencate schematicamente nel seguito partendo da una situazione senza guasti.

Si verifica il primo guasto (SF1). Il nodo 6 invia SF,7,6,L,ID dal lato W. Il nodo 7 invia SF,6,7,L,ID dal lato E (Fig. 2).

SF,7,6,L,ID e SF,6,7,L,ID raggiungono i nodi di terminazione dei path (a) e (b).

I nodi di terminazione realizzano l'azione di BR&SW per ciascun path da proteggere.



utilizzando i corrispondenti canali LP della span affetta da SF1. Il path (a) viene allocato su AU-4#7 LP. Il path (b) viene allocato su AU-4#6 LP (Fig. 3).

I nodi 6 e 7 adiacenti al guasto SF1 inviano rispettive segnalazioni con codice BS (SF,7,6,L,BS e SF,6,7,L,BS) e si ha uno scenario stabile di anello protetto contro SF1 (Fig. 3).

Si verifica SF2 nella span 7-8: il nodo 7 è isolato (Fig. 6.1). Il nodo 8 invia dal lato E SF,7,8,L,ID (Fig. 6.2).

L'azione di BR&SW realizzata per il path (a) (sia il BR&SW propriamente detto, sia il pass-through ai nodi intermedi) viene rimossa (Figure 6.3 e 6.4). L'azione di BR&SW realizzata per il path (b) (sia il BR&SW propriamente detto, sia il pass-through ai nodi intermedi) viene rimossa (Figure 6.5 e 6.6).

Il nodo 6 riceve la segnalazione SF,7,8,L,ID ed invia SF,7,6,L,ID (Fig. 6.7).

Il nodo 8 riceve dal nodo 6 la segnalazione SF,7,6,L,ID ed invia SF,7,8,L,BS (Fig. 6.8).

Il nodo 6 riceve la segnalazione SF,7,8,L,BS ed invia SF,7,6,L,BS (Fig. 6.9).

I nodi 2 e 8 ricevono le segnalazioni SF,7,8,L,BS e SF,7,6,L,BS e realizzano l'azione di BR&SW utilizzando ad esempio i canali LP con AU-4 corrispondente a quello della prima span guasta (AU-4#7 LP). Lo scenario diventa stabile per il path (a) (Figure 6.10, 6.11).

I nodi 4 e 9 ricevono le segnalazioni SF,7,8,L,BS e SF,7,6,L,BS e realizzano l'azione di BR&SW utilizzando ad esempio i canali LP con AU-4 corrispondente a quello della prima span guasta (AU-4#6 LP). Lo scenario diventa stabile per il path (b) (Figure 6.12, 6.13).

Le azioni di squelching della terminazione locale (laddove sia presente) del canale LP scelto per la protezione secondo uno dei criteri già descritti ed il successivo

pass-through dello stesso canale LP nei nodi intermedi precedono le azioni di BR&SW appena descritte e vengono effettuate con le regole già evidenziate per i due scenari precedenti.

Con riferimento alle Figure 1-3 e 7, verranno ora elencate schematicamente nel seguito le azioni e le conseguenze relative al secondo sottoscenario di doppio guasto in tempi diversi, sempre partendo da una situazione senza guasti.

Si verifica il primo guasto (SF1). Il nodo 6 invia SF7,6,L,ID dal lato W. Il nodo 7 invia SF,6,7,L,ID dal lato E (Fig. 1):

SF,7,6,L,ID e SF,6,7,L,ID raggiungono i nodi di terminazione dei path (a) e (b). I nodi di terminazione realizzano l'azione di BR&SW per ciascun path da proteggere utilizzando i corrispondenti canali LP della span affetta da SF1. Il path (a) viene allocato su AU-4#7 LP. Il path (b) viene allocato su AU-4#6 LP (Fig. 2).



I nodi 6 e 7 adiacenti al guasto SF1 ricevono le segnalazioni con codice ID (SF,7,6,L,ID e SF,6,7,L,ID) inviano rispettive segnalazioni con codice BS (SF,7,6,L,BS e SF,6,7,L,BS) e si ha uno scenario stabile di anello protetto contro SF1 (Fig. 3).

Si verifica SF2 nella span 7-8: il nodo 7 è isolato (Fig. 7.1). Il nodo 8 invia dal lato E SF,7,8,L,ID (Fig. 7.2).

Il nodo 8, in qualità di nodo adiacente al guasto e di nodo di terminazione, valuta se i path già protetti possono essere ancora protetti. In caso positivo non viene presa nessuna azione; in caso negativo l'azione di BR&SW viene rimossa (Fig. 7.3).

Il nodo 9 riceve la richiesta SF,7,8,L,ID e valuta se i path già protetti possono essere ancora protetti. In caso positivo non viene presa nessuna azione; in caso negativo l'azione di BR&SW viene rimossa (Fig. 7.4).



Il nodo 2 riceve la richiesta SF,7,8,L,ID e valuta se i path già protetti possono essere ancora protetti. In caso positivo non viene presa nessuna azione; in caso negativo l'azione di BR&SW viene rimossa (Fig. 7.5).

Il nodo 4 riceve la richiesta SF,7,8,L,ID e valuta se i path già protetti possono essere ancora protetti. In caso positivo non viene presa nessuna azione; in caso negativo l'azione di BR&SW viene rimossa (Fig. 7.6).

Non appena il nodo 6 riceve la segnalazione SF,7,8,L,ID, aggiorna la sua richiesta inserendo codice di stato "Idle", del tipo SF,7,6,L,ID. Dopo un ulteriore scambio di segnalazioni, i nodi adiacenti al guasto aggiornano le rispettive segnalazioni inserendo codice di stato "BR&SW" (BS).

A questo punto viaggiano nell'anello soggetto a SF1 e SF2 solo segnalazioni con codice BS e quindi si è raggiunto uno scenario stabile per i path (a) e (b) nei confronti dei guasti SF1 e SF2.

Si riconoscerà che il primo sottoscenario comporta un'implementazione relativamente semplice dal momento che non è necessario memorizzare la "storia" dei guasti ma nello stesso tempo il traffico non viene preservato in modo ottimale perché l'azione di BR&SW viene sempre rimossa. Per contro, il secondo sottoscenario preserva il traffico in modo migliore ma è più difficile da implementare perché la "storia" del traffico deve essere memorizzata.

Avendo analizzato nel dettaglio le situazioni di singolo guasto e di doppio guasto (contemporaneo, quasi contemporaneo o in tempi diversi), si passerà ora a descrivere schematicamente le azioni che ogni nodo di rete deve intraprendere (e le relative conseguenze) quando si rimuovono i guasti e si ripristinano le funzionalità nell'anello.

Si parta da una situazione stabile di due guasti SF1; SF2: in questa situazione il nodo 7 è isolato (Fig. 8.1) e nell'anello viaggiano solo segnalazioni con codice BS



(SF,7,8,L,BS e SF,7,6,L,BS). Si consideri di rimuovere SF1 per primo: il nodo 7, non più isolato, inizia ad inviare la segnalazione APS con codice "Idle" relativa alla span affetta da guasto (SF2) ancora presente tra i nodi 8 e 7 (SF,8,7,L,ID) (Fig. 8.2).

Dal momento che si era scelta l'allocazione LP della span 7-6, l'azione di BR&SW (e squelching delle eventuali terminazioni locali del canale LP utilizzato) nel nodo 4 deve essere rimossa. Analogamente, non appena anche la segnalazione SF,8,7,L,ID raggiunge gli altri nodi (2, 9, 8) di terminazione dei path, l'azione di BR&SW ed eventuale squelching locale viene rimossa anche in tali nodi 2, 9, 8 (Figure 8.3-8.5). La rimozione del "BR&SW" nei nodi di terminazione è accompagnata dalla rimozione del pass-through (e dell'eventuale squelching locale) dai nodi intermedi che hanno effettuato il pass-through del canale LP finora utilizzato per la protezione. Poiché le segnalazioni presenti ai nodi intermedi si riferiscono alla stessa span affetta da guasto, tali nodi possono effettuare, laddove sia richiesto, il pass-through dei canali LP, relativi al guasto corrente, da utilizzare per la protezione dei path.

Il nodo 8, in qualità di nodo adiacente al guasto SF2, riceve SF,8,7,L,ID e cambia il codice della sua segnalazione da SF,7,8,L,BS a SF,7,8,L,ID (Fig. 8.6). Tale segnalazione con codice ID raggiunge man mano tutti i nodi di terminazione (9, 2, 4) indicando loro in questo modo che è presente un singolo guasto (SF2). A loro volta, i nodi di terminazione effettueranno l'azione di BR&SW (Figure 8.8-8.10) utilizzando i canali LP che corrispondono alla span affetta da guasto (per il path (a) si utilizzeranno gli AU-4#6 LP, per path (b) si utilizzeranno gli AU-4#7 LP).

I nodi (7, 8) adiacenti al guasto ancora presente (SF2) invieranno corrispondenti segnalazioni con codice BS (SF,8,7,L,BS e SF,7,8,L,BS) e si arriverà ad una condizione stabile di singolo guasto (Figure 8.11-8.12).



Non appena si rimuove anche SF2, l'anello raggiungerà la condizione stabile senza guasti (Figure 8.13, 8.14), con la rimozione progressiva delle azioni di "Bridge" e di "Switch" da tutti i nodi di terminazione dei path e le conseguenti segnalazioni con codice "No Request, Idle" da parte di tutti i nodi del ring, compresi i nodi (7, 8) adiacenti al guasto appena rimosso (SF2) (NR,9,8,S,ID e NR,6,7,S,ID).

Si parta ora da una situazione stabile di due guasti SF1, SF2 (Fig. 9.1): in questa situazione il nodo 7 è isolato e nell'anello viaggiano solo segnalazioni con codice BS (SF,7,8,L,BS e SF,7,6,L,BS). Si consideri di rimuovere SF2 per primo: il nodo 7 (Fig. 9.2), non più isolato, inizia ad inviare la segnalazione APS con codice "Idle" relativa alla span affetta da guasto (SF1) ancora presente tra i nodi 6 e 7 (SF,6,7,L,ID).

Dal momento che si era scelta proprio l'allocazione LP della span 7-6, l'azione di BR&SW nel nodo 8 può essere mantenuta (Fig. 9.3). Analogamente, la segnalazione SF,6,7,L,ID raggiunge gli altri nodi (9, 2, 4) di terminazione dei path ma l'azione di BR&SW viene mantenuta anche in tali nodi 9, 2, 4 (Figure 9.4-9.6).

La stessa elaborazione viene effettuata nei nodi intermedi che realizzano il pass-through dei canali LP utilizzati per la protezione: il pass-through viene mantenuto.

Alla fine, anche il nodo 6 adiacente al guasto SF1 riceve SF,6,7,L, ID e invierà la corrispondente segnalazione con codice ID (SF,7,6,L,ID) arrivando ad uno scenario stabile con segnalazioni "BS" in tutto l'anello.

Non appena si rimuove anche SF1, l'anello raggiungerà la condizione stabile senza guasti, con la rimozione progressiva delle azioni di "Bridge" e di "Switch" da tutti i nodi di terminazione dei path e le conseguenti segnalazioni con codice "No Request, Idle" da parte di tutti i nodi del ring, compresi i nodi (6, 7) adiacenti al guasto appena rimosso (SF2) (NR,5,6,S,ID e NR,8,7,S,ID). Si vedano Figure 9.7 e 9.8.

Alla luce della descrizione dettagliata di cui sopra, relativa ad alcune casistiche di guasto singolo o doppio, il tecnico del ramo potrà facilmente desumere le azioni che ogni nodo deve intraprendere in caso di guasto in corrispondenza di altre span e/o nel caso in cui avvengano più di due guasti. Naturalmente, la presente invenzione si applica a tutti questi casi ed il suo ambito di protezione si stende a tutti questi casi ed è limitato solamente dalle rivendicazioni che seguono.

Per quanto riguarda l'implementazione pratica, si comprenderà che le azioni intraprese da ogni nodo o elemento di rete sono le note azioni di Pass-Through, Bridge e Switch, lo squelching delle eventuali terminazioni dei canali Low Priority coinvolti nella protezione e di invio di segnalazioni sostanzialmente di tipo noto. Pertanto, l'implementazione del presente metodo non richiede di cambiare la struttura fisica degli elementi di rete esistenti utilizzati in reti ad anello protette contro possibili guasti. Le uniche modifiche devono essere effettuate a livello di azioni conseguenti intraprese dai nodi interessati dal meccanismo di protezione, in funzione di segnalazioni già previste e presenti nel protocollo standardizzato e sulla base delle informazioni, già previste ed elaborate, di mappa dell'anello, nonché di mappa di traffico che rechi l'informazione del time-slot di allocazione, in ogni span del ring del singolo path installato.



Si precisa infine che, nonostante la presente invenzione sia stata descritta in dettaglio con riferimento a trasmissioni sincrone di tipo SDH, essa si applica allo stesso modo a trasmissioni sincrone di altro tipo, tipicamente SONET. Il fatto che la descrizione non abbia considerato questo tipo di segnali non deve essere interpretato in modo limitativo ma in modo puramente esemplificativo e al fine di rendere la descrizione più chiara. Pertanto, allo scopo della presente descrizione e delle annesse rivendicazioni, la terminologia usata per trasmissioni SDH comprenderà almeno la corrispondente terminologia SONET e dovrà essere letta sotto quest'ottica.

RIVENDICAZIONI

1. Metodo per reinstradare un path in una rete ad anello MS-SPRING di tipo transoceanico nel caso di guasto ad una span di detto path, detta rete ad anello comprendendo elementi di rete connessi ad anello attraverso span di fibra, dette span di fibra comprendendo canali ad alta priorità (HP) e canali a bassa priorità (LP), detto metodo comprendendo la fase di eseguire un'azione di Switch di anello da parte del meccanismo MS-SP, caratterizzato dal fatto che in detta rete ad anello è previsto un meccanismo di cambio di allocazione (TSI) e dal fatto che detto metodo comprende la fase di reinstradare il path sul time-slot dei canali a bassa priorità (LP) corrispondente al time-slot dei canali ad alta priorità (HP) della span affetta da guasto.

2. Metodo secondo la rivendicazione 1, in cui un'ulteriore span del path risulta affetta da guasto, caratterizzato dal comprendere le fasi di: i) rilasciare l'attuale reinstradamento eseguito in funzione della prima span affetta da guasto; ii) scegliere una tra le span affette da guasto; e iii) reinstradare il path sul time-slot dei canali a bassa priorità (LP) corrispondente al time-slot dei canali ad alta priorità (HP) della span affetta da guasto che è stata scelta.

3. Metodo secondo la rivendicazione 1, in cui un'ulteriore span del path risulta affetta da guasto, caratterizzato dal comprendere la fase di mantenere l'attuale reinstradamento, eseguito in funzione della prima span affetta da guasto, qualora la persistenza dell'informazione di reinstradamento sia supportata dagli elementi di rete della rete ad anello.

4. Metodo secondo la rivendicazione 2, caratterizzato dal fatto che la fase di scegliere una tra le span affette da guasto comprende la fase di considerare le due span adiacenti ai nodi switching in grado di comunicare con i nodi di terminazione del path

CB

da proteggere nel caso in cui ancora almeno un'ulteriore span del path risulti affetta da guasto.

5. Metodo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 2-4, caratterizzato dal fatto che la fase di scegliere una tra le span affette da guasto comprende la fase di scegliere la span affetta da guasto adiacente al nodo switching avente identificativo di nodo più alto o più basso.

6. Metodo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 2-4, caratterizzato dal fatto che la fase di scegliere una tra le span affette da guasto comprende la fase di scegliere la span affetta da guasto adiacente al nodo switching che viene per primo o per ultimo nella mappa della rete ad anello.

7. Metodo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 2-4, caratterizzato dal fatto che la fase di scegliere una tra le span affette da guasto comprende la fase di scegliere la span affetta da guasto adiacente al nodo switching che è più a Ovest (W) o ad Est (E) nella rete ad anello.

8. Elemento di rete di una rete ad anello MS-SPRING di tipo transoceanico, detta rete ad anello comprendendo altri elementi di rete connessi ad anello attraverso span di fibra, dette span di fibra comprendendo canali ad alta priorità (HP) e canali a bassa priorità (LP), detto elemento di rete comprendendo mezzi per eseguire azioni di switch d'anello, cioè azioni di pass-through, bridge o switch, in risposta al ricevimento di corrispondenti segnalazioni e mezzi per generare ed inviare apposite segnalazioni in risposta al ricevimento di corrispondenti segnalazioni, in detta rete ad anello essendo installato un path, caratterizzato dal fatto che in detta rete ad anello è previsto un meccanismo di cambio di allocazione (TSI) e dal fatto che detto elemento di rete, in caso di guasto ad una span del path installato comprende mezzi per reinstradare il path sul time-slot



dei canali a bassa priorità (LP) corrispondente al time-slot dei canali ad alta priorità (HP) della span affetta da guasto.

9. Elemento di rete secondo la rivendicazione 8, in cui un'ulteriore span del path risulta affetta da guasto, caratterizzato dal comprendere: i) mezzi per rilasciare l'attuale reinstradamento eseguito in funzione della prima span affetta da guasto; ii) mezzi per scegliere una tra le span affette da guasto; e iii) mezzi per reinstradare il path sul time-slot dei canali a bassa priorità (LP) corrispondente al time-slot dei canali ad alta priorità (HP) della span affetta da guasto che è stata scelta.

10. Elemento di rete secondo la rivendicazione 8, in cui un'ulteriore span del path risulta affetta da guasto, caratterizzato dal comprendere mezzi per mantenere l'attuale reinstradamento, eseguito in funzione della prima span affetta da guasto, qualora la persistenza dell'informazione di reinstradamento sia supportata dagli elementi di rete della rete ad anello.

11. Elemento di rete secondo la rivendicazione 9, caratterizzato dal fatto che detti mezzi per scegliere una tra le span affette da guasto comprendono mezzi per considerare le due span adiacenti ai nodi switching in grado di comunicare con i nodi di terminazione del path da proteggere nel caso in cui ancora almeno un'ulteriore span del path risulti affetta da guasto.

12. Elemento di rete secondo la rivendicazione 9, detto elemento di rete essendo un nodo di terminazione del path, caratterizzato dal fatto di comprendere mezzi per eseguire un'azione di Bridge & Switch in risposta al ricevimento di due segnalazioni comprendenti corrispondenti richieste di bridge con codice di stato Bridge & Switch (BS) relative a span diverse.

13. Elemento di rete secondo la rivendicazione 9, detto elemento di rete essendo un nodo non di terminazione del path, caratterizzato dal fatto di comprendere

mezzi per eseguire un'azione di pass-through in risposta al ricevimento di almeno una segnalazione comprendente una richiesta di bridge con codice di stato Bridge & Switch (BS).

14. Elemento di rete secondo la rivendicazione 8 o 9, detto elemento di rete essendo un nodo di terminazione del path, caratterizzato dal fatto di comprendere mezzi per eseguire un'azione di Bridge & Switch in risposta al ricevimento di due segnalazioni comprendenti corrispondenti richieste di bridge con codice di stato Idle relativo alla medesima span.

15. Elemento di rete secondo la rivendicazione 9, detto elemento di rete essendo un nodo non di terminazione del path, caratterizzato dal fatto di comprendere mezzi per eseguire un'azione di pass-through in risposta al ricevimento di almeno una segnalazione comprendente una richiesta di bridge con codice di stato Idle.

16. Rete ad anello comprendente uno o più elementi di rete secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 8-15.

p.p. ALCATEL

Il mandatario:


Ing. CORRADO BORSANO (iscr. 446)
c/o ALCATEL ITALIA S.p.A.
Via Trento, 30 - 20059 VIMERCATE (MI)



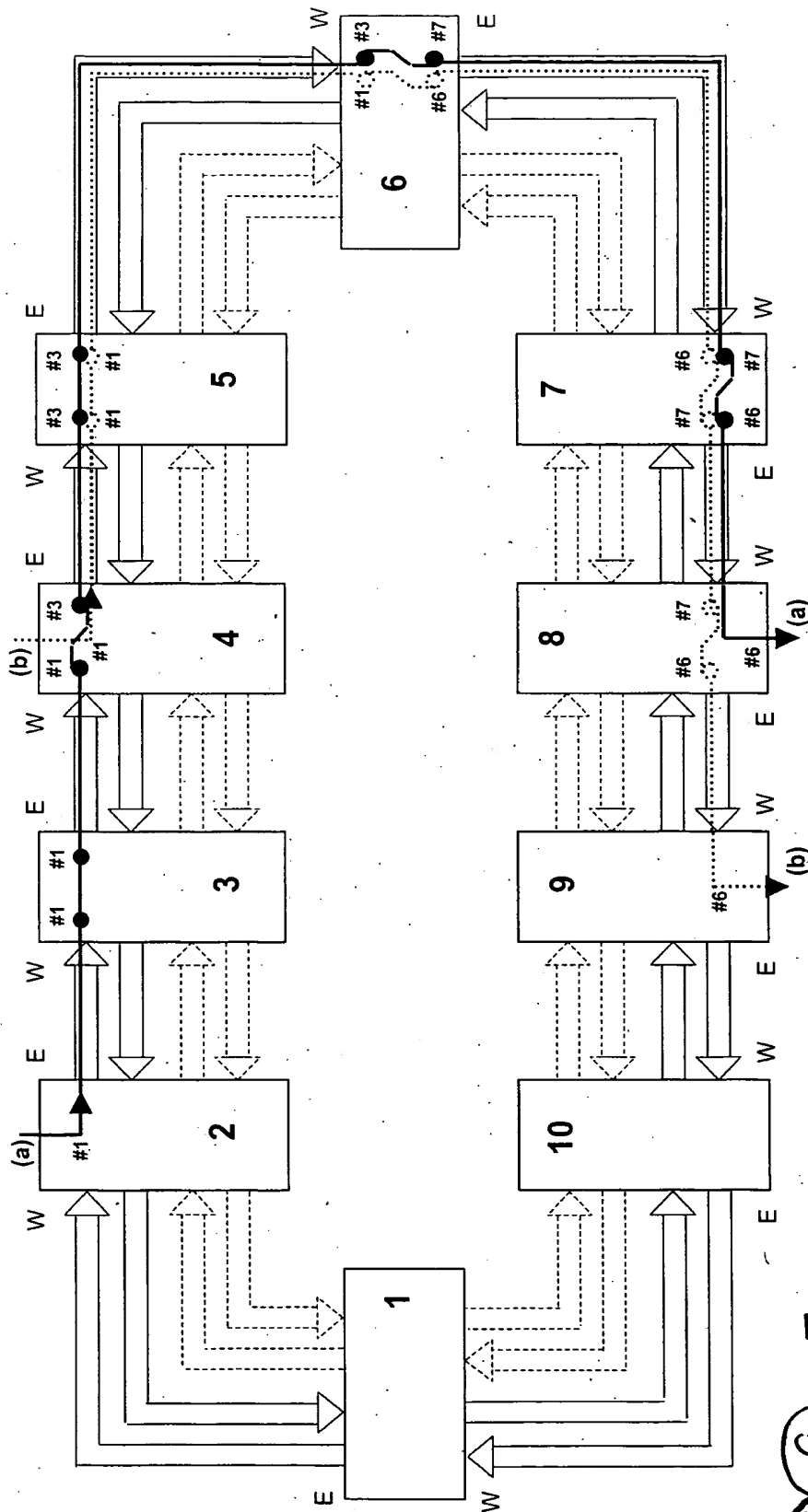


Fig. 1

MI 2000 A 001918



Corrado Borsano

Ing. CORRADO BORSANO (iscr. 446)
c/o ALCATEL ITALIA S.p.A.
Via Trento, 30 - 20059 VIMERCATE (MI)

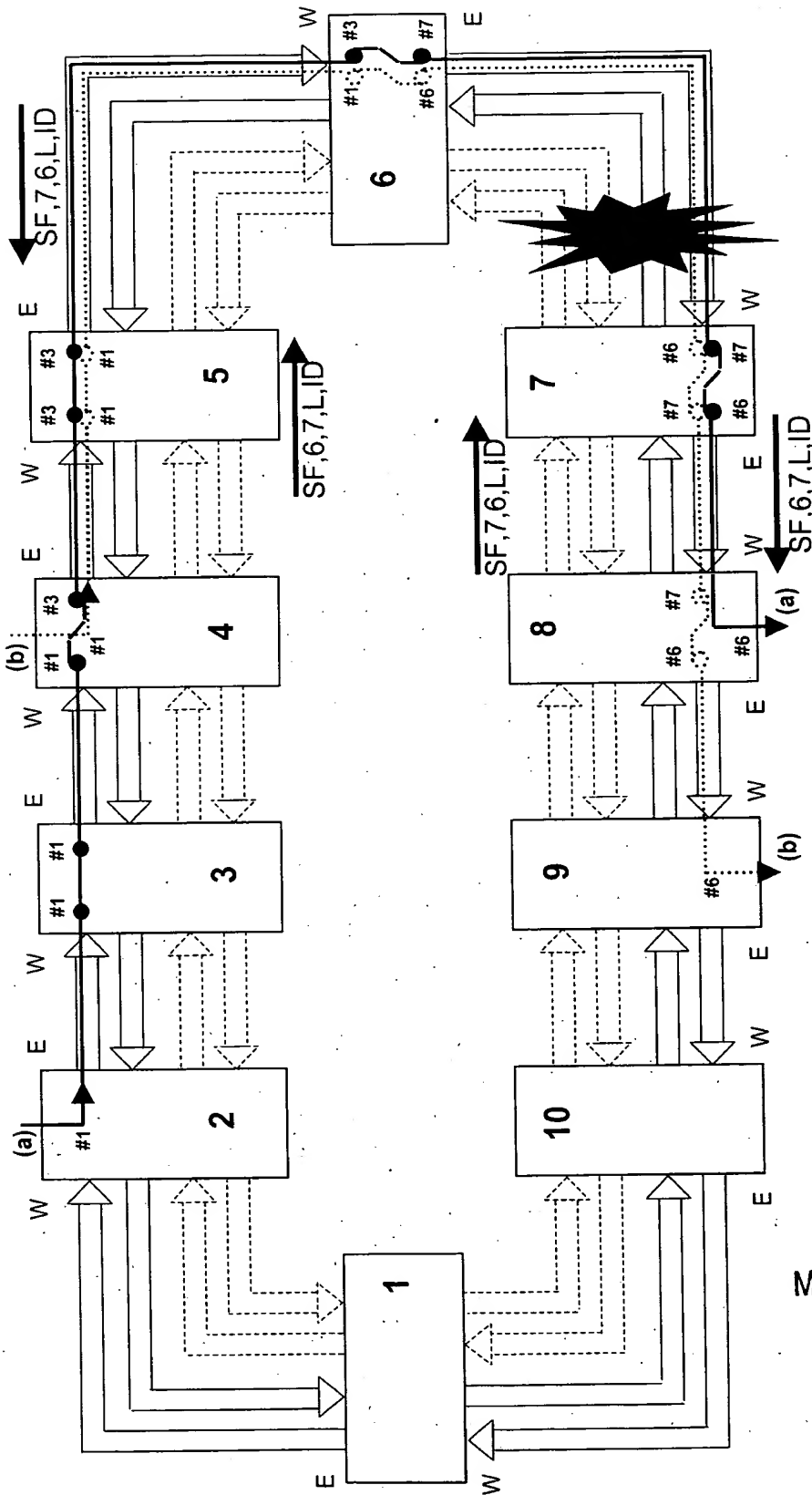
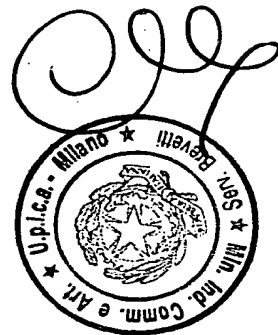


Fig. 2

MI 2000 A001918



Corrado Borsano

Ing. CORRADO BORSANO (iscr. 446)
c/o ALCATEL ITALIA S.p.A.
Via Trento, 30 - 20059 VIMERCATE (MI)

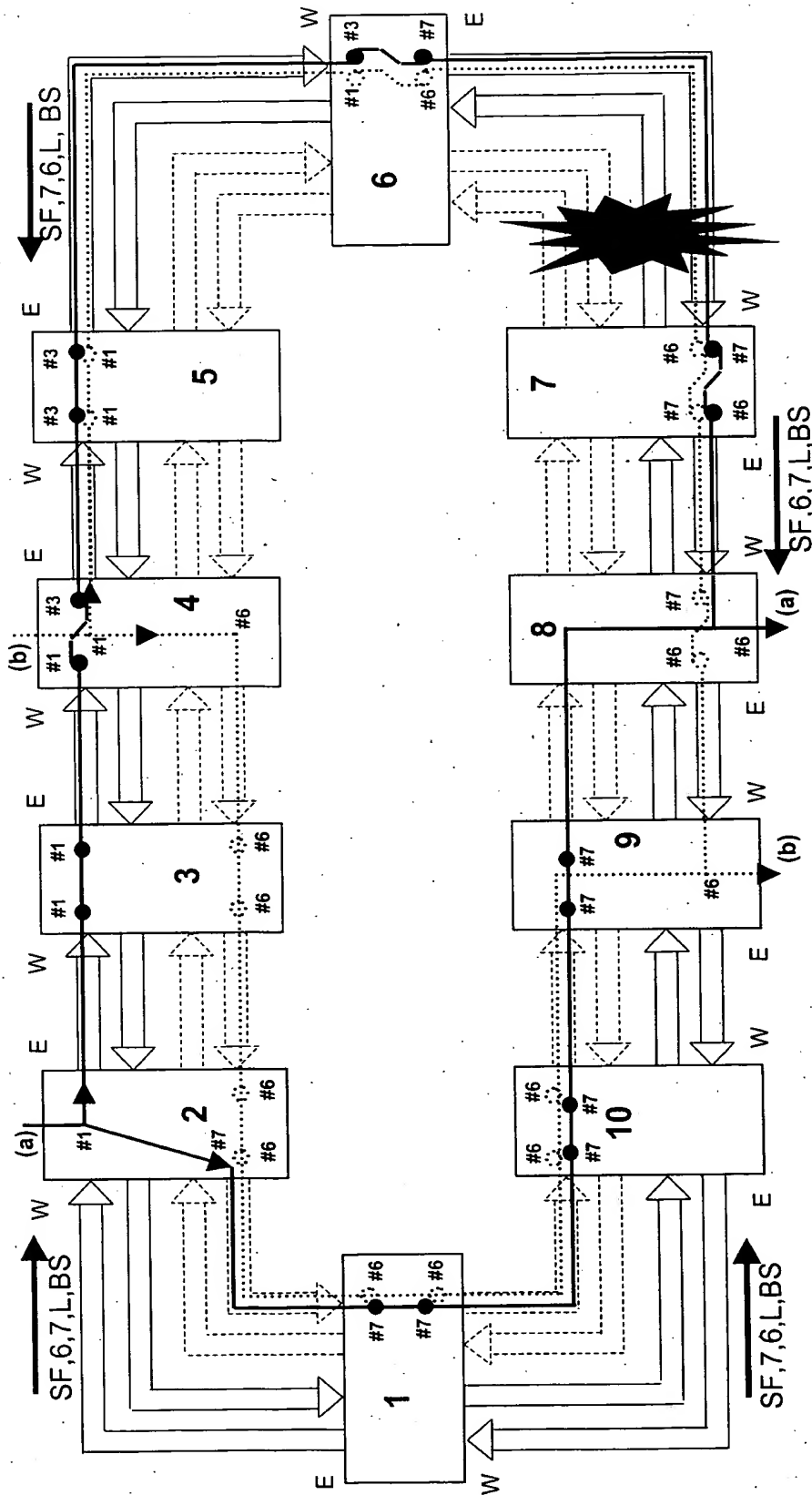


Fig. 3

MI 2000 A001918



Corrado Borsano

Ing. CORRADO BORSANO (iscr. 446)
c/o ALCATEL ITALIA S.p.A.
Via Tronto, 30 - 20059 VIMERCATE (MI)

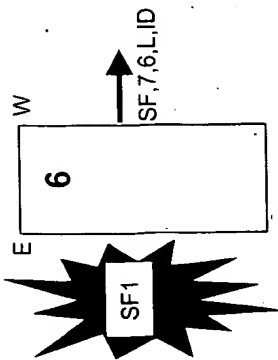


Fig. 4.1

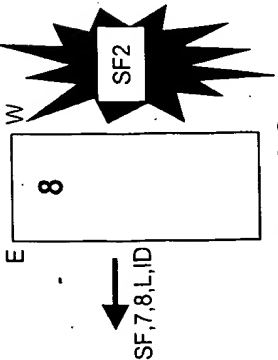


Fig. 4.2

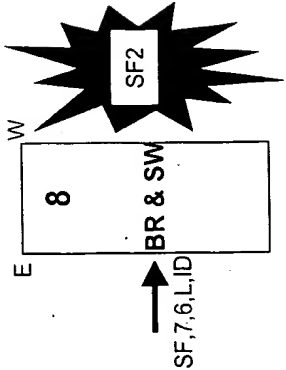


Fig. 4.3

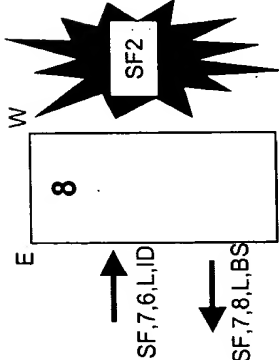


Fig. 4.4

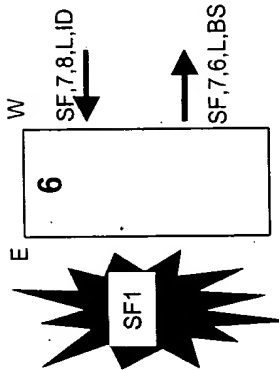


Fig. 4.5

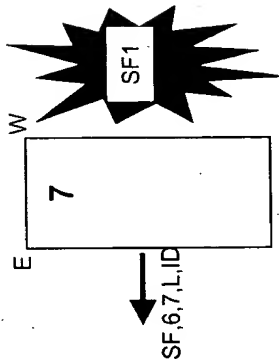


Fig. 5.1

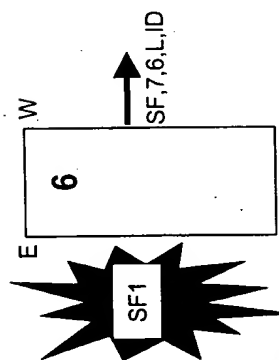


Fig. 5.2

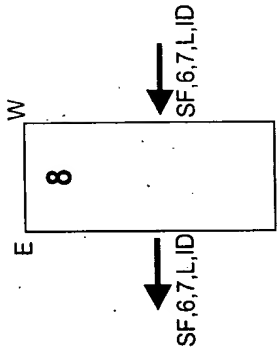


Fig. 5.3

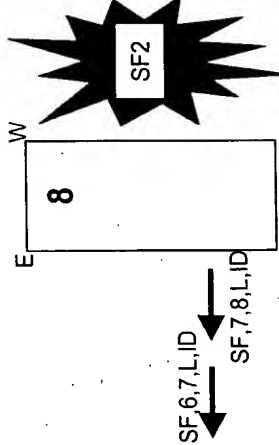


Fig. 5.4

MI 2000 A001918



Corrado Borsano

Ing. CORRADO BORSANO (iscr. 446)
c/o ALCATEL ITALIA S.p.A.
Via Trento, 30 - 20059 VIMERCATE (MI)

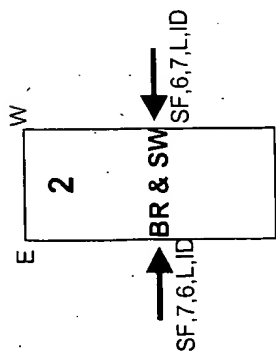


Fig. 5.5

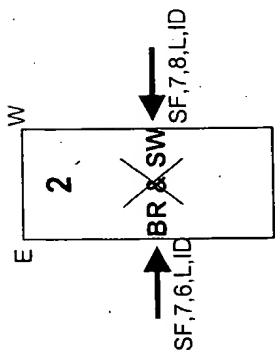


Fig. 5.6

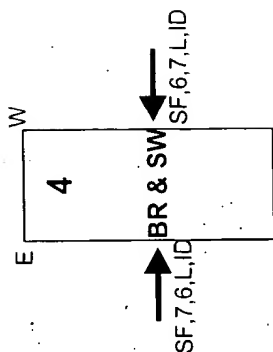


Fig. 5.7

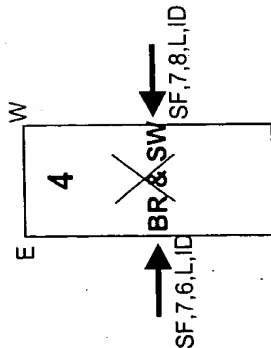


Fig. 5.8

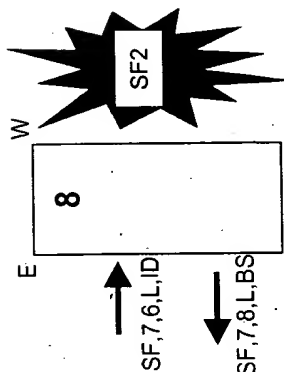


Fig. 5.9

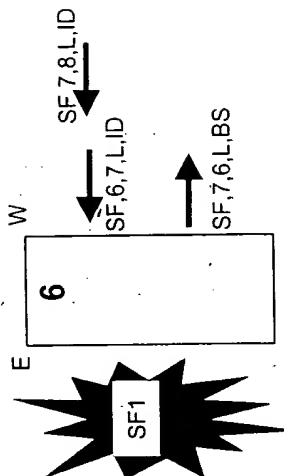


Fig. 5.10

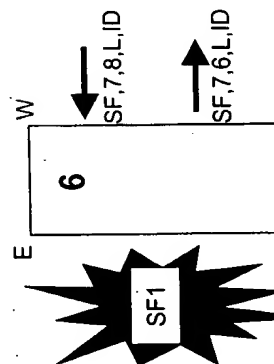


Fig. 5.11

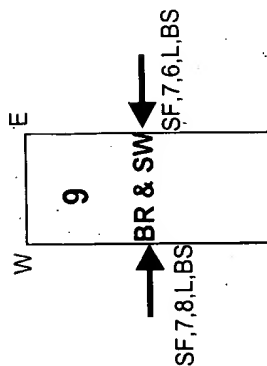


Fig. 5.12

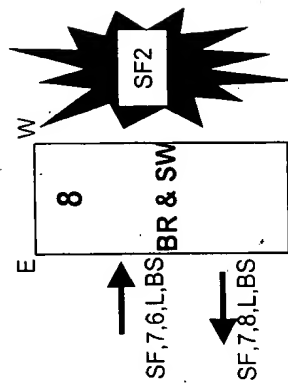
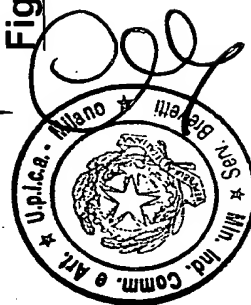


Fig. 5.13

5/10

MI 2000 A.001918



Corrado Borsano

Ing. CORRADO BORSANO (isc. 446)
c/o ALCATEL ITALIA S.p.A.
Via Trento, 30 - 20059 VIMERCATE (MI)

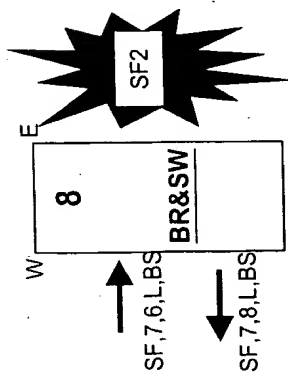


Fig. 5.14

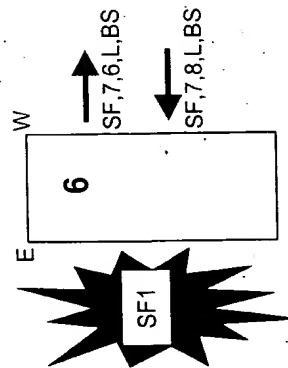


Fig. 5.15

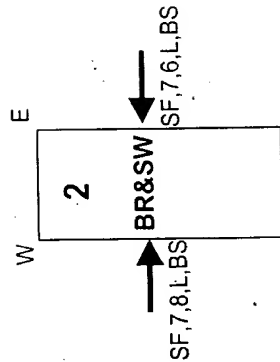


Fig. 5.16

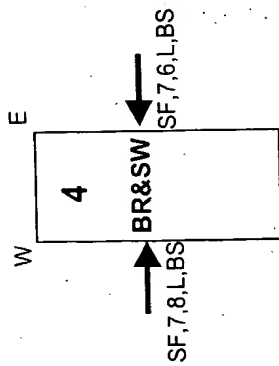


Fig. 5.17

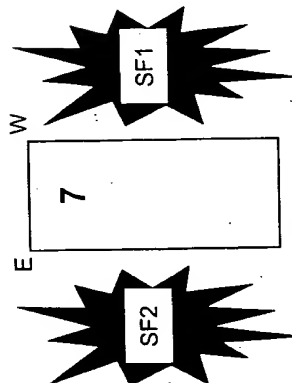


Fig. 6.1

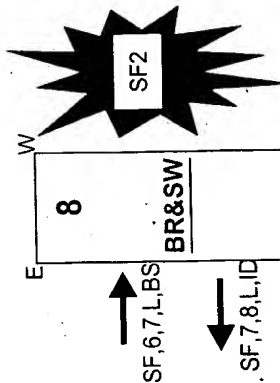


Fig. 6.2

MI 2000 A 00 1 9 18

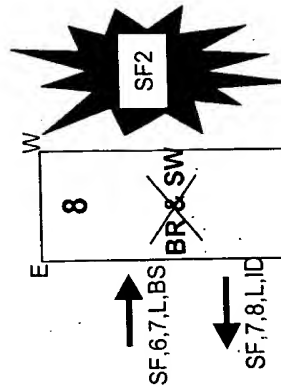


Fig. 6.3

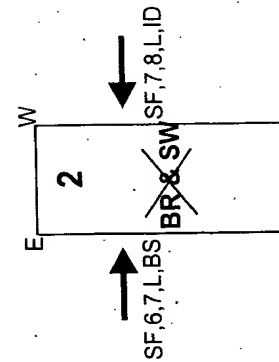


Fig. 6.4

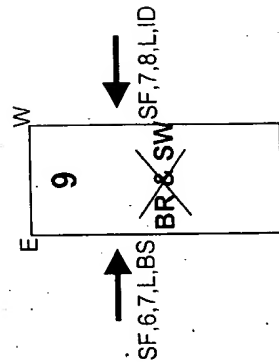
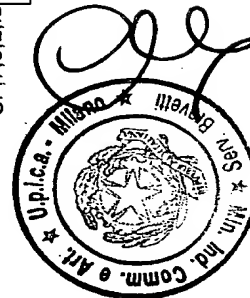


Fig. 6.5



Corrado Borsano

Ing. CORRADO BORSANO (iscr. 446)
c/o ALCATEL ITALIA S.p.A.
Via Trento, 30 - 20059 VIMERCATE (MI)

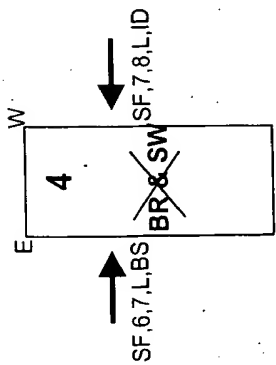


Fig. 6.6

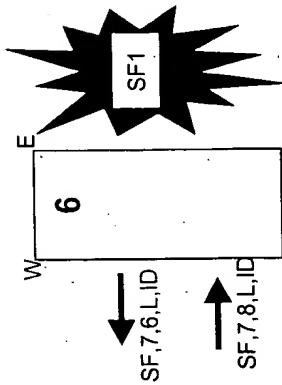


Fig. 6.7

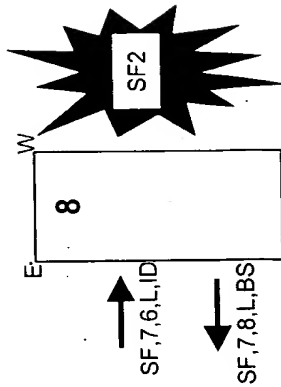


Fig. 6.8

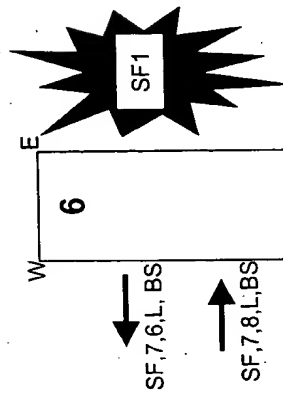


Fig. 6.9

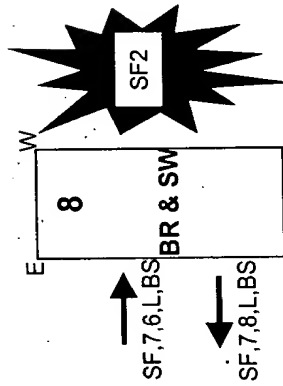


Fig. 6.10

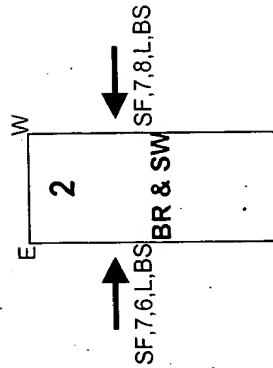


Fig. 6.11

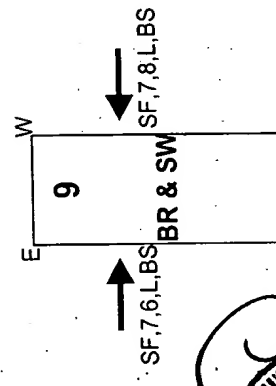


Fig. 6.12

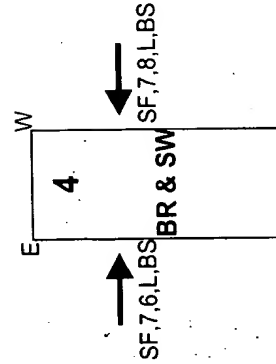


Fig. 6.13

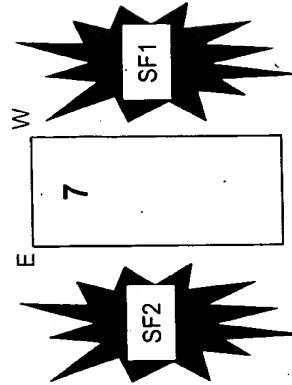


Fig. 7.1

MI 2000 A 00 19 18



Corrado Corsano
 Ing. CORRADO CORSANO (iscr. 446)
 c/o ALCATEL ITALIA S.p.A.
 Via Trento, 30 - 20059 VIMERCATE (MI)

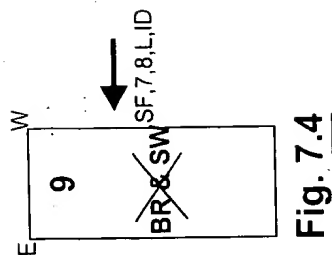


Fig. 7.4

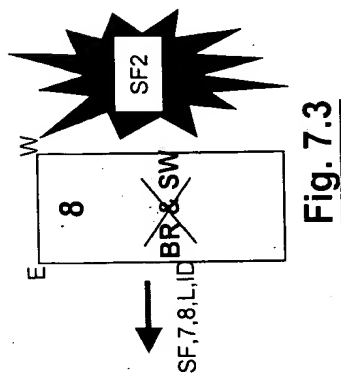


Fig. 7.3

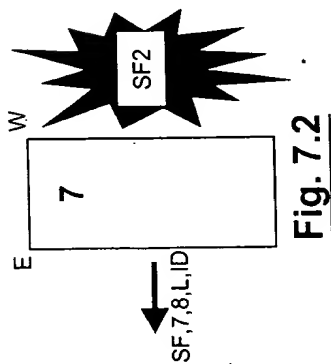


Fig. 7.2

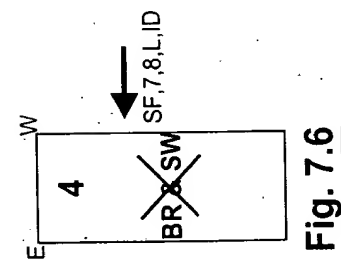


Fig. 7.6

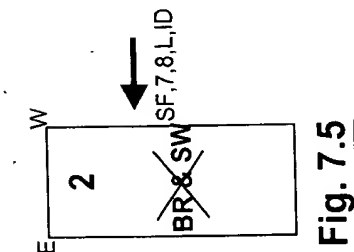


Fig. 7.5

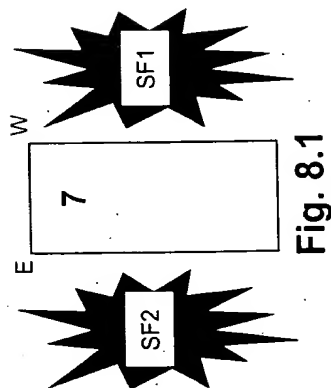


Fig. 8.1

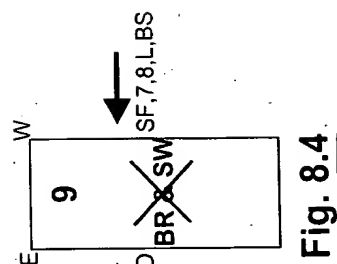


Fig. 8.4

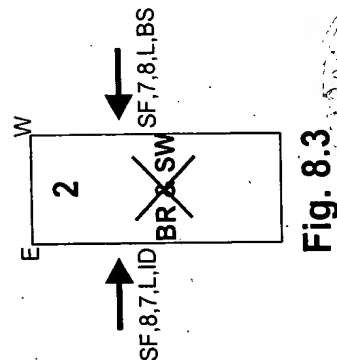


Fig. 8.3

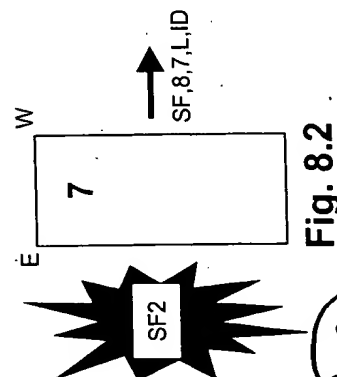


Fig. 8.2



Corrado Borsano
ing. CORRADO BORSANO (iscr. 446)
c/o ALCATEL ITALIA S.p.A.
Via Trento, 30 - 20059 VIMERCATE (MI)

MI 2000 A001918

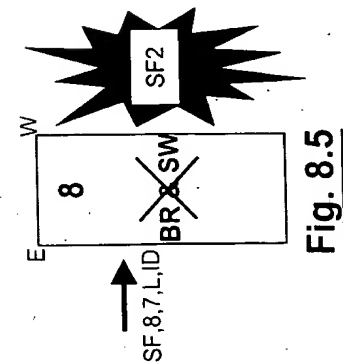


Fig. 8.5

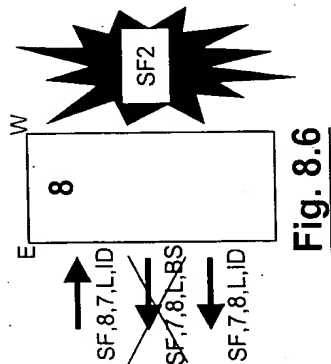


Fig. 8.6

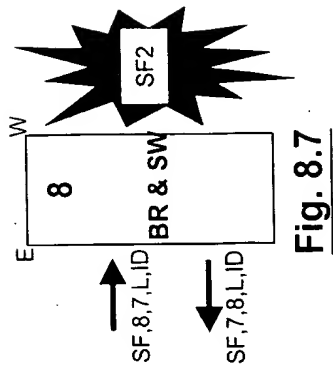


Fig. 8.7

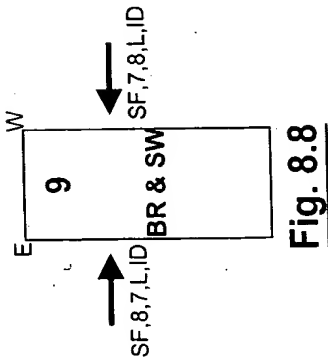


Fig. 8.8

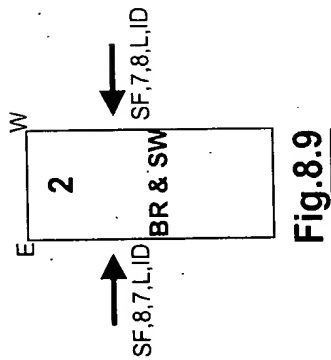


Fig. 8.9

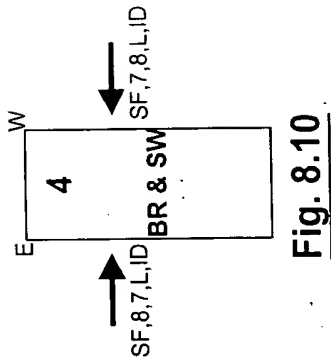


Fig. 8.10

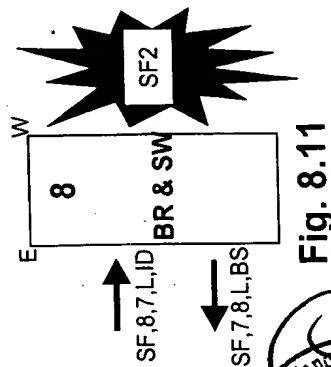


Fig. 8.11

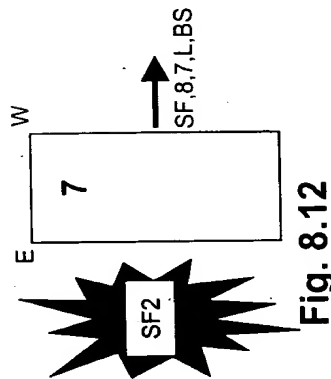


Fig. 8.12

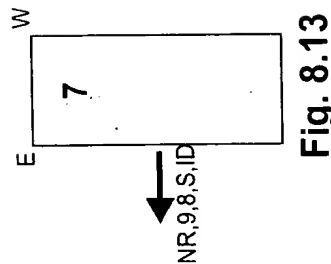
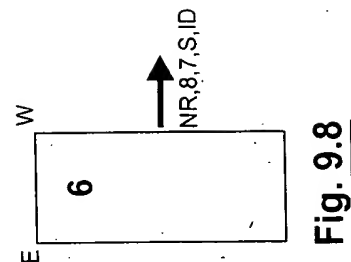
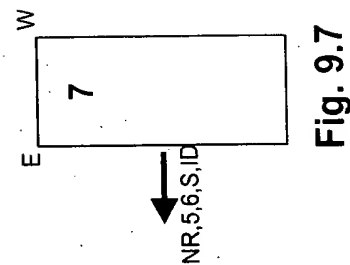
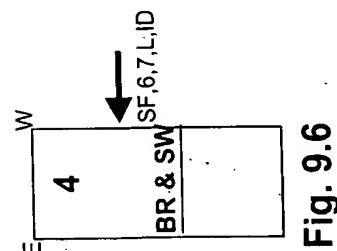
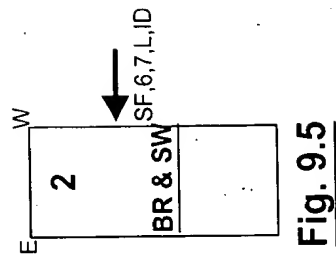
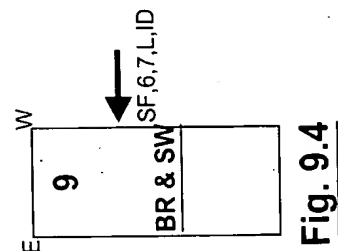
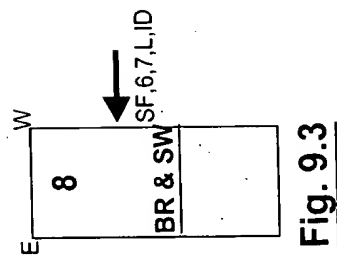
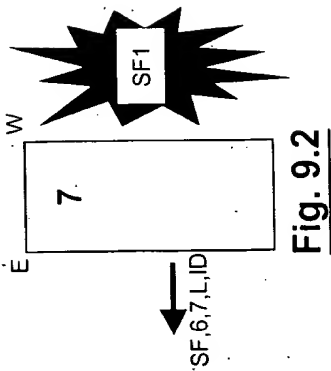
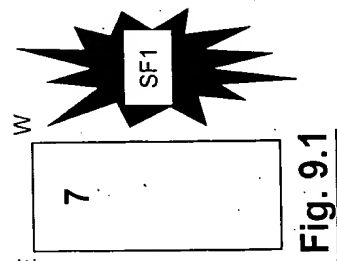
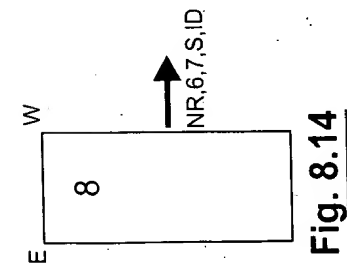


Fig. 8.13



Corrado Borsano

Ing. CORRADO BORSANO (iscr. 446)
c/o ALCATEL ITALIA S.p.A.
Via Trento, 30 - 20059 VIMERCATE (MI)



MI 2000 A001918



Corrado Borsano

Ing. CORRADO BORSANO (iscr. 446)
c/o ALCATEL ITALIA S.p.A.
Via Trento, 30 - 20059 VIMERCATE (MI)